

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許出願公告番号

特公平6-52238

(24)(44)公告日 平成6年(1994)7月6日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 N 21/41	A	7370-2 J		
21/43		7370-2 J		

請求項の数2(全5頁)

(21)出願番号	特願昭63-23042	(71)出願人	990099999 株式会社フジクラ
(22)出願日	昭和63年(1988)2月3日		東京都江東区本場1丁目5番1号
(65)公開番号	特開平1-197633	(71)出願人	990099999 東京瓦斯株式会社
(43)公開日	平成1年(1989)8月9日		東京都港区海岸1丁目5番20号
		(72)発明者	大橋 立行 千葉県佐倉市六崎1440番地 藤倉電線株式 会社佐倉工場内
		(72)発明者	千吉良 定雄 千葉県佐倉市六崎1440番地 藤倉電線株式 会社佐倉工場内
		(74)代理人	弁理士 志賀 正武 (外1名)
		審査官	平井 良憲

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 流体屈折計およびこれを用いた流体密度計

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 極低屈折率の屈折率を測定する流体屈折計であって、
一つの面を測定流体に接触させるようにしたプリズムを備えたプローブ内に、
測定光を上記プリズムに導く送光部と、上記プリズムからの測定光を受ける受光部とを収容し、
上記送光部に測定光を導波するライトガイドを、送光部とプローブから離れた光源とに接続し、
上記受光部からの測定光を導波するイメージファイバを、受光部とプローブから離れた処理部とに接続し、
上記送光部からの測定光を上記プリズムに入射し、プリズムの測定流体に接する面での臨界角以上の反射光を受光部で受光し、
受光部において、上記反射光の臨界角に対応する境界線

2

で仕切られた明暗の境界像を受像し、
上記処理部において、受光部からの上記境界像の境界線の変位量に基づいて測定流体の屈折率を求めるようにしたことを特徴とする流体屈折計。
【請求項2】 極低屈折率の密度を測定する流体密度計であって、
一つの面を測定流体に接触させるようにしたプリズムを備えたプローブ内に、
測定光を上記プリズムに導く送光部と、上記プリズムからの測定光を受ける受光部とを収容し、
上記送光部に測定光を導波するライトガイドを、送光部とプローブから離れた光源とに接続し、
上記受光部からの測定光を導波するイメージファイバを、受光部とプローブから離れた処理部とに接続し、
上記送光部からの測定光を上記プリズムに入射し、プリ

ズムの測定流体に接する面での臨界面角以上の反射光を受光部で受光し、受光部において、上記反射光の臨界面角に対応する境界線で仕切られた明暗の境界像を受像し、上記処理部において、受光部からの上記境界像の境界像の変位量に基づいて測定流体の密度を求めるようにしたことを特徴とする流体密度計。

【発明の詳細な説明】

【産業上の利用分野】

この発明は極低温の液体や気体などの流体屈折計およびこれを用いた流体密度計に關し、プローブを分離することによって、測定流体のサンプリングを行うことなく測定流体の屈折率および密度を常時オンラインで計測できるようにしたものである。

【従来技術とその問題点】

従来、流体たとえば液体の屈折率を測定する装置としては、プリズムによる光の屈折角を測定するアッペ法、最小偏角法のほか、測定流体の屈折率に依存して変化する焦点距離を測定するデュク・ド・シヨルズ法などの光の屈折法則に基づく液体屈折計が広く知られている。また、測定流体の屈折率と密度との間には、後述するように一定の関係式が成り立つことから、上記液体屈折計を用いた液体密度計も知られている。しかしながら、上記液体屈折計およびこれを用いた液体密度計はいずれも測定流体の屈折率および密度を検出するプローブが他の構成要素である光源や処理部と、直接、接続されておりプローブのみの分離が困難である。したがって、測定時には測定流体をその都度サンプリングしなければならないので、液化天然ガスなどの極低温の測定流体の屈折率および密度を常時オンラインで計測することは不可能であった。

この発明は上記問題点を解決するためになされたもので、プローブと光源および処理部とを光ファイバからなるライトガイドまたはイメージファイバにより接続することによってプローブのみを測定流体内に、直接、浸漬して常時オンラインで極低温の流体の屈折率および密度を計測することができるようにした流体屈折計およびこれを用いた流体密度計を提供することを目的としている。

【問題点を解決するための手段】

この発明にあっては、一つの面を測定流体に接触させるようにしたプリズムを備えたプローブ内に、測定光を上記プリズムに導く送光部と、上記プリズムからの測定光を受ける受光部とを収容し、上記送光部に測定光を導送するライトガイドをプローブから離れた光源と送光部とに接続し、上記受光部からの測定光を導送するイメージファイバを受光部とプローブから離れた処理部とに接続し、上記送光部から測定光を上記プリズムに入射し、プリズムの測定流体に接する面での臨界面角以上の反射光を受光部で受光し、受光部において上記反射光の臨界面角に

対応する境界線で仕切られた明暗の境界像を受像し、上記処理部において受光部からの上記境界像の境界像の変位量に基づいて測定流体の屈折率を求めるようにすることにより、また、一つの面を測定流体に接触させるようにしたプリズムを備えたプローブ内に、測定光を上記プリズムに導く送光部と、上記プリズムからの測定光を受ける受光部とを収容し、上記送光部に測定光を導送するライトガイドをプローブから離れた光源と送光部とに接続し、上記受光部からの測定光を導送するイメージファイバを受光部とプローブから離れた処理部とに接続し、上記送光部から測定光を上記プリズムに入射し、プリズムの測定流体に接する面での臨界面角以上の反射光を受光部で受光し、受光部において上記反射光の臨界面角に対応する境界線で仕切られた明暗の境界像を受像し、上記処理部において受光部からの上記境界像の境界像の変位量に基づいて測定流体の密度を求めるようにすることにより、上記の問題を解決している。

【作用】

この発明の流体屈折計およびこれを用いた流体密度計にあっては、光ファイバからなるライトガイドまたはイメージファイバによって、プローブと各部とを接続したもので、プローブのみを測定流体内に浸漬することができる。また、プローブのみを遠隔地に設置することができる。したがって、測定時に測定流体のサンプリングを行うことなく、常時オンラインで極低温の流体の屈折率および密度を計測することができる。

【実施例】

以下、図面を参照して、この発明の実施例を説明する。

第1図および第2図はこの発明を、液体の屈折率を測定するために用いた一実施例を示すもので、第1図において符号1は液体屈折計である。この液体屈折計1は、屈折率測定用の測定光PAを射出する光源2と、測定流体3に浸漬され測定流体3との接触面における測定光PAの臨界面角を検知するプローブ4と、上記臨界面角から屈折率を求める処理部5とから概略構成されており、また、プローブ4と光源2とはライトガイド6により、プローブ4と処理部5とはイメージファイバ7により、それぞれ接続されている。上記光源2はランプと適宜、単色の干渉フィルタとからなり、たとえば、ナトリウムランプとナトリウムD線のみを選択的に透過させる干渉フィルタとを組み合わせたものを用いることができる。これらのランプおよびフィルタは測定波長領域に応じて好適なものを選択することができる。また、第2図に示すように上記プローブ4は、プリズム8と、このプリズム8に測定光PAを入射させる送光部9と、プリズム8から射出された測定光PBを受光させる受光部10とからなるものである。上記プリズム8には三つの光学的平面a、b、cからなる3角柱状の透明体（例えば、石英ガラス）が用いられ、その一面aを測定流体3に接触させ、

5

一面bには測定光P Aが入射するようにし、一面cからは測定液体との接触界面において全反射された測定光P Bが射出されるようにしている。また、上記送光部9はコンデンサレンズ11およびミラー12の光学部材により構成されている。上記コンデンサレンズ11の物空間側にはライトガイド6の終端部Aが取り付けられており、コンデンサレンズ11はこれに入射する測定光P Aを、たとえば、測定液体3とプリズム8の一面cとの接触界面において集光するように配されている。上記ミラー12はコンデンサレンズ11とプリズム8との間に設けられ、測定光P Aがプリズム8に所定の角度で入射するようにその取り付け位置が調整されている。また、上記ライトガイド6の始端部は光源2に取り付けられている。ここで、ライトガイド6としては、複数のファイバを束ねたファイババンドルが用いられる。また、上記受光部10は対物レンズ13からなる光学系により構成されており、この対物レンズ13はプリズム8により全反射され射出された測定光P Bの光路上に配されている。上記受光部10には対物レンズ13の結像面にイメージファイバ7の受光面fが重なるようにイメージファイバ7の始端部Bが取り付けられている。

他方、イメージファイバ7の終端部は処理部5に取り付けられている。この処理部5はイメージファイバ7により伝送されてきた測定光P Bの臨界角情報に基づいて、たとえば、プログラム演算処理をすることにより、あるいは目盛りで目測することにより屈折率を求めるようになされている。なお、この例の液体屈折計1にあっては、プローブ4は測定液体3の流入を防ぐために液密とされた保護容器14に収納されている。この保護容器14に用いられる材料としては測定液体3中に溶出しなものが適当で、たとえば、ステンスなどの金属材料、ガラスなどの無機材料、硬質プラスチック材料などが好適である。さらに、ライトガイド6およびイメージファイバ7のうち、測定液体3中に浸漬される部分に対しては可換性の保護チューブ15で覆うようになされている。

以上の構成の液体屈折計1を用いて測定液体3の屈折率を測定するには、第1図に示すように、まず、プローブ4を測定液体3中に浸漬して、プリズム8の一面aを測定液体3に接触させる。次に、所定の波長の測定光P Aをライトガイド6によりプローブ4に導く。このようにして導かれた測定光P Aは送光部9より収束光にされてプリズム8に入射させられ、その一面aにおいて集光される。このようにしてプリズム8の一面aには広い角度から測定光P Aが入射し、入射した測定光P Aのうち臨界角以下の測定光P Cは屈折光となって測定液体3に向かって射出される。他方、臨界角以上の測定光P Bは全反射されてプリズム8の一面Cから射出され、受光部10に入射される。受光部10に入射した測定光P Bは対物レンズ13により、受光部10に取り付けられたイ

6

メージファイバ7の始端部Bの受光面fに受光される。このため、第3図に示すように、この受光面f上には、臨界角を境とした明暗の境界像が形成される。上記臨界角は測定液体3の屈折率 n_1 、 n_2 によって異なり、臨界角に対応した位置に明暗の境界線Lが現れる境界像が結ばれ、この明暗の境界像はイメージファイバ7により処理部5に像伝送される。処理部5では、伝送されてきた境界像を基に明暗の境界位置を検知して、光学理論に基づくプログラム演算処理を行う。プログラム演算処理は、たとえば、境界位置より臨界角を求め、得られた臨界角より屈折率を求めるようにする。

これにより測定波長における測定液体3の屈折率が求められる。また、他の算出方法として、屈折率既知の液体を用いてあらかじめ境界位置と屈折率との相関を求めておき、これにより屈折率を算出しても良い。

次に、この発明を、液体の密度を測定するために用いた一実施例について説明する。この例の液体密度計は処理部を異にする以外は、第1図および第2図に示した液体屈折計と同様の構成のものであるので、第3図に示したと同様の境界線の位置情報がイメージファイバ7より処理部に導かれるまでは上記例の液体屈折計と同様である。この例の処理部においては、下記に示すローレンツ・ローレンツの式を利用してアルゴリズムにより、まず、測定液体の屈折率を求め、求められた屈折率から容易にその密度を求めることができるようになされている。

$$\rho = (n^2 - 1) / r \quad (n^2 + 2)$$

(ここで、 ρ は測定液体の密度、 n は測定液体の屈折率、 r は測定液体に固有の比屈折をそれぞれ表す。)

以上の構成の液体屈折計1およびこれを用いた液体密度計によれば、光源2および処理部5からプローブ4を分離して、プローブ4のみを測定液体3内に浸漬させることができる。したがって、測定時に測定液体3のサンプリングを行うことなく、常時オンラインで、かつ、離隔された液体の屈折率および密度を計測することができる。特に、通常、サンプリングの不可能な液化ガスなどの極低温液体や流動中の液体などの屈折率測定や密度測定に好適である。

また、上記境界線の時間的位置変化(Δx)を検出することにより、屈折率および密度の時間的変化を知ることでもできる。また、測定液体で、プローブを移動させることにより、測定液体内の屈折率分布および密度分布を知ることでもできる。

このようにすれば、巨大タンクに貯蔵された液体(たとえば、液化天然ガスなど)の製造および品質管理などに有用である。

また、他の構成例として送光部9内においてライトガイドの終端部Aとコンデンサレンズ11との間に拡散板を設けるようにしても良い。このようにすれば、プリズムの一面aにおいてより広い角度から測定光P Aを集光させることができ、より鮮明な境界像を得ることができ

る。
さらにまた、処理部5においては境界像をモニタテレビなどに検出しても良い。この場合にあっては、画像の平均化や微分を行うことにより境界像を鮮明化することが望ましい。

また、境界像としては上記の例の他、第4図に示すように境界線Lに対し垂直な方向の光分布強度を微分して得られる微分画像としても良い。この場合、微分画像のピーク位置の移動量 Δx より屈折率の変化を知ることができる。

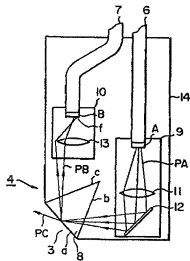
なお、この発明の液体密度計について上記した例では、まず、測定液体の屈折率を求め、求められた屈折率から容易にその密度を求める場合について述べたが、境界線の位置情報から直接的に密度を求めるように構成しても良い。

以上、実施例においては液体の屈折率および密度を測定する例について説明したが、気体の屈折率および密度を測定する場合にも同様になし得る。

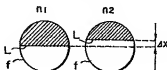
【発明の効果】

以上説明したように、この発明の流体屈折計およびこれを用いた流体密度計は、光源とプローブとを光ファイバからなるライトガイドにより接続し、かつ、プローブと処理部とを光ファイバからなるイメージファイバにより接続したものであるので、プローブのみを測定流体内に浸漬することができる。また、プローブのみを遠隔地に設置することができる。したがって、測定時に測定流体のサンプリングを行うことなく、常時オンラインで流体*

【第2図】



【第3図】



【第4図】



* の屈折率および密度を計測することができる。

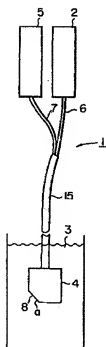
特に、通常、サンプリングの不可能な液化ガスなどの極低温液体や流動中の液体などの屈折率測定や密度測定に好適である。

また、巨大タンクに貯蔵された液体中の屈折率分布や密度分布の測定を容易に行うことができるので、たとえば、液化天然ガスなどの製造および品質管理などに有用である。

【図面の簡単な説明】

- 10 第1図および第2図はこの発明の液体屈折計の一実施例を示すもので、第1図はその全体構成を示す概略構成図、第2図はこの液体屈折計の検出部の要部構成を示す要部拡大図、第3図および第4図は測定液体の屈折率の違いにより境界像の境界位置が異なる模様を示す説明図である。
- 1……液体屈折計、
2……光源、
3……測定液体、
4……プローブ、
5……処理部、
6……ライトガイド、
7……イメージファイバ、
8……プリズム、
9……送光部、
10……受光部、

【第1図】



フロントページの続き

(72)発明者 真田 和夫
千葉県佐倉市六崎1440番地 藤倉電線株式
会社佐倉工場内

(72)発明者 温井 一光
神奈川県藤沢市藤沢4273番地の20

(72)発明者 中村 賢二
千葉県市川市本北方1丁目15番10号

(56)参考文献 特開 昭62-12840 (J P, A)
特開 昭60-201236 (J P, A)
特開 昭52-73080 (J P, A)